

Q79650

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 1 月 3 1 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 0 2 4 0 0 1
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 3 - 0 2 4 0 0 1]

出 願 人 富 士 写 真 フ ィ ル ム 株 式 会 社
Applicant(s):



2 0 0 3 年 1 0 月 6 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願
【整理番号】 P27509J
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 H01L 23/36
H01S 5/00
G02B 6/42

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県足柄上郡開成町宮台 7 9 8 番地 富士写真フイルム株式会社内

【氏名】 山中 英生

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県足柄上郡開成町宮台 7 9 8 番地 富士写真フイルム株式会社内

【氏名】 蔵町 照彦

【特許出願人】

【識別番号】 000005201

【氏名又は名称】 富士写真フイルム株式会社

【代理人】

【識別番号】 100073184

【弁理士】

【氏名又は名称】 柳田 征史

【選任した代理人】

【識別番号】 100090468

【弁理士】

【氏名又は名称】 佐久間 剛

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 008969

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9814441

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 レーザ素子およびそのレーザ素子の製造方法並びにそのレーザ素子を用いたレーザモジュール

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 Cu または Cu を含む合金からなるヒートシンク上に、一基板内に 3 以上の発光点を有する窒化物半導体レーザバーが、前記ヒートシンクの該半導体レーザバーを固定する表面の形状に対応した形状を有する部材で押しつけられて、Au と Sn または Si とからなるろう材により固定されてなることを特徴とするレーザ素子

【請求項 2】 Cu または Cu を含む合金からなるヒートシンク上に、一基板内に 3 以上の発光点を有する窒化物半導体レーザバーを、前記ヒートシンクの該半導体レーザバーを固定する表面の形状に対応した形状を有する部材で押しつけて、Au と Sn または Si とからなるろう材により固定することを特徴とするレーザ素子の製造方法。

【請求項 3】 請求項 1 記載のレーザ素子と、光ファイバと、前記レーザ素子からの複数のレーザ光を該光ファイバに合波して入射させる集光光学系とからなることを特徴とするレーザモジュール。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、一基板内に複数の発光点を有する窒化物半導体からなるレーザバーがヒートシンクに固定されてなるレーザ素子の製造方法およびそのレーザ素子を備えたレーザモジュールに関するものである。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

レーザの高出力化のため、複数のレーザビームと、光ファイバと、前記複数のレーザビームを光ファイバに合波するコリメートレンズおよび集光レンズからなる光学系とを備えたレーザモジュールが提案されている（例えば、特許文献 1 参照）。複数のレーザビーム光源として、1 つの発光点を有するダイオードを複数

ヒートシンク等に設置したものや、一基板上に半導体層が積層されてなる複数の発光点を有する半導体レーザーを用いることができる。

【0003】

しかし、同一基板上に結晶成長により複数の発光点が形成されてなる半導体レーザーにおいては、発光点の並び方向では、スマイルと呼ばれる反りが生じ、レーザービームの一部が並び位置から上方あるいは下方へシフトしてしまうという問題がある（例えば、非特許文献1参照）。このような半導体レーザーを、固定面が平坦なヒートシンク上に接着する場合、従来、円柱状のコレットを用いて、半導体レーザーの発光点並び方向の中心付近を押すことにより、反りを矯正しながら接着していた。

【0004】

上記のようなレーザーモジュールにおける光学系において、拡大率が、例えば約10倍の場合、半導体レーザーにおける発光点の変位量が $2\mu\text{m}$ 程度であれば、集光点はファイバ入射端で、 $2\mu\text{m} \times 10 = 20\mu\text{m}$ 動くことになる。これは、 $50\mu\text{m}$ ファイバ（半径 $25\mu\text{m}$ ）の中心部から最大で $20\mu\text{m}$ 集光スポットが動くことを意味しており、大幅な結合効率低下を招く。なお、ここでは、「発光点の変位量」とは、ヒートシンクの固定面が平坦な場合、半導体レーザーをレンズ光軸方向から見て、ヒートシンクの半導体レーザー固定面から最も近い発光点中心までの距離と、最も遠い発光点中心までの距離との差を示すものとする。

【0005】

一方、従来、GaAs系半導体レーザーとCuヒートシンクとのボンディングには、剛性の低い（柔らかい）Inが用いられている。CuヒートシンクとGaAs系半導体レーザーとの熱膨張係数が大きく異なるため、半導体レーザー駆動時の発熱等によって半導体レーザーに内部歪が生じるが、Inを用いることによりこの内部歪を緩和することが可能である。

【0006】

【特許文献1】

特開2002-202442号公報

【0007】

【非特許文献1】

Dr.Roland Dichel," High Power Diode Lasers" ,Springer-Verlag社

【0008】

【発明が解決しようとする課題】

サファイア基板あるいはGaN基板上にGaN系化合物半導体を成長させてなる複数の発光点を有する窒化物半導体レーザバーは、GaAs系半導体レーザバーに比べ、剛性が高い。したがって、窒化物半導体レーザバーの場合、上記のようなコレットを用いて、バーの発光点並び方向の中心付近のみを押してヒートシンクに接着しても、ヒートシンク表面と同等の形状にすることができない。また、ロウ材として硬度の低いInを用いると、窒化物半導体レーザバーの硬度が高いためヒートシンク表面と同等の形状で固定することが難しい。

【0009】

さらに、前述のようなレーザモジュールに窒化物半導体レーザバーを用いた場合は、その反りのため、光ファイバへの結合効率が低いという問題がある。また、駆動時の発熱等により経時でレーザバーが本来の反りへ戻ろうとすることによっても結合効率が低下するという問題がある。

【0010】

本発明は上記事情に鑑みて、ヒートシンク上に半導体レーザバーが、該ヒートシンクのレーザバー固定面の形状とほぼ一致する形状で固定されてなるレーザ素子、およびそのレーザ素子の製造方法、ならびにそのレーザ素子を用いた、ファイバへの結合効率が大きいレーザモジュールを提供することを目的とするものである。

【0011】

【課題を解決するための手段】

本発明のレーザ素子は、CuまたはCuを含む合金からなるヒートシンク上に、一基板内に3以上の発光点を有する窒化物半導体レーザバーが、ヒートシンクの該半導体レーザバーを固定する表面の形状に対応した形状を有する部材で押しつけられて、AuとSnまたはSiとからなるロウ材により固定されてなること

を特徴とするものである。

【0012】

本発明のレーザ素子の製造方法は、CuまたはCuを含む合金からなるヒートシンク上に、一基板内に3以上の発光点を有する窒化物半導体レーザバーを、ヒートシンクの該半導体レーザバーを固定する表面の形状に対応した形状を有する部材で押しつけて、AuとSnまたはSiとからなるろう材により固定することを特徴とするものである。

【0013】

本発明のレーザモジュールは、上記本発明のレーザ素子と、光ファイバと、レーザ素子からの複数のレーザ光を該光ファイバに合波して入射させる集光光学系とからなることを特徴とするものである。

【0014】

【発明の効果】

本発明のレーザ素子によれば、半導体レーザバーを、ヒートシンクの半導体レーザバーを固定する表面の形状に対応した形状を有する部材で押しつけて固定するので、複数の発光点が、ヒートシンクの半導体レーザバー固定面の形状と略同等の形状で並ぶものとすることができる。

【0015】

また、ろう材として、AuとSnまたはSiとからなるものを用いているので、強固に半導体レーザバーがヒートシンクに接着され、また、発光点の経時移動量の小さく、信頼性の高いものとすることができる。

【0016】

このようなレーザ素子を、レーザ光をファイバに合波させるレーザモジュールに用いた場合は、複数の発光点がヒートシンクの表面形状とほぼ同等の形状に並ぶものであるので、複数の発光点に対応したレンズの光軸の並びをヒートシンクの表面形状と同等にすればよく、光学系の設計を簡便にし、また位置あわせを容易に行うことができるので、レーザモジュールの製造を容易なものとすることができる。

【0017】

本発明のレーザ素子の製造方法によれば、半導体レーザバーを、ヒートシンクの該半導体レーザバーを固定する表面の形状に対応した形状を有する部材で押しつけて固定するので、複数の発光点を、ヒートシンクの半導体レーザバー固定面の形状と略同等の形状で容易に配列させることができる。

【0018】

また、AuとSnまたはSiとからなるろう材を用いることにより、Cuと窒化物半導体レーザバーとの間の熱膨張係数差を吸収することができるので、半導体レーザバー内部に生じる歪を小さくすることができる。

【0019】

さらに、Inと比較して硬度が高いAuとSnまたはSiとからなるろう材を用いることにより、剛性が高い窒化物半導体レーザバーを強固に固定することができる。また、硬度が高いため窒化物半導体レーザバーが、経時で反りが戻ることを防止できるので、高い経時信頼性を得ることができる。

【0020】

本発明のレーザモジュールによれば、上記のような経時信頼性が高いレーザ素子を用いているので、光学系を介した光ファイバへの結合効率を高いものとすることができる。また、光学系の設計、および位置合わせを容易にすることができるので、製造を容易なものとすることができる。

【0021】

【発明の実施の形態】

以下に本発明の実施の形態を、図面を用いて詳細に説明する。

【0022】

本発明の第1の実施の形態によるレーザ素子の製造方法について説明する。図1にそのレーザ素子製造過程の断面図を示す。

【0023】

図1(a)に示すように、最表面にAuが厚さ1 μ m程度メッキされたCuからなるヒートシンク11の平坦な表面11aに、厚さ3 μ mから50 μ m程度のペレット状のAuSnからなるろう材14を配置し、その上に窒化物半導体レーザバー13を配置する。この窒化物半導体レーザバー13を、窒化物半導体レーザバー14と

略同等の長手方向の長さで、ヒートシンクの表面11aの形状に対応した平坦な板からなるボンディングコレット16で押しながら、AuSnロウ材14を加熱して溶融した後固化させて、窒化物半導体レーザバー13を固定する。なお、ヒートシンクの表面11aは、10mmあたり $0.02\mu\text{m}$ 以下の平坦性を有するものである。

【0024】

このようにして製造されたレーザ素子は、図2(b)に示すように、反りが矯正され、ヒートシンクの表面11a形状とほぼ同等に一直線に発光点が並ぶものであり、発光点変位量は $0.2\mu\text{m}$ である。

【0025】

AuSnロウ材14は、ペレット状のものに限らず、ヒートシンク上に蒸着により形成したものであってもよい。

【0026】

また、ヒートシンクは、厚さ約6mmで、Cuブロック表面にNi($0.1\mu\text{m}$)およびPt($0.2\mu\text{m}$)がこの順に蒸着されてなるものである。

【0027】

コレットは板状のものに限らず、複数の凸部を有していてもよいが、その複数の凸部の先端からなる形状が、ヒートシンクの固定面と同等の形状を有するものであることが望ましい。

【0028】

なお、ここで発光点の変位量とは、図2に示すように、ヒートシンクの表面が平坦である場合、半導体レーザバーをレンズ光軸方向から見て、ヒートシンクの半導体レーザバー表面から最も遠い発光点中心までの距離 d_2 と、最も近い発光点中心までの距離 d_1 との差($d_2 - d_1$)とする。

【0029】

次に、窒化物半導体レーザバーの作製方法について説明する。図3に、そのレーザバーのGaN基板の製造過程の断面図を示し、図4に、GaN基板上への半導体層の積層過程の断面図を示す。

【0030】

図 3 (a) に示すように、有機金属気相成長法により、トリメチルガリウム (TMG) とアンモニアを成長用原料に用い、n 型ドーパントガスとしてシランガスを、p 型ドーパントとしてシクロペンタジエニルマグネシウム (Cp 2 Mg) を用い、(0 0 0 1) C 面サファイヤ基板 21 上に、温度 5 0 0 °C で G a N バッファ層 22 を 2 0 n m 程度の膜厚で形成する。続いて、温度を 1 0 5 0 °C にして G a N 層 33 を 2 μ m 程度成長させる。その上に、S i O₂ 膜 24 を形成し、レジスト 25 を塗布後、通常のリソグラフィを用いて、

【数 1】

$\langle 1 \bar{1} 0 0 \rangle$

方向に 3 μ m 幅の S i O₂ 膜 24 を除去して、幅 7 μ m 程度の S i O₂ 膜 24 のライン部を形成することにより、1 0 μ m 程度の周期のラインアンドスペースのパターンを形成する。

【0 0 3 1】

次に、図 3 (b) に示すように、レジスト 25 と S i O₂ 膜 24 をマスクとして、塩素系のガスを用いてバッファ層 22 と G a N 層 23 をドライエッチングによりサファイヤ基板 21 上面まで除去した後、レジスト 25 と S i O₂ 膜 24 を除去する。このとき、サファイヤ基板 21 が少しエッチングされてもよい。

【0 0 3 2】

次に、図 3 (c) に示すように、G a N 層 26 を 2 0 μ m 程度選択成長させる。この時、横方向の成長により、最終的にストライプが合体して、表面が平坦化する。この時点で、バッファ層 22 と G a N 層 23 からなる層のライン部上部には貫通転位が発生しているが、そのライン部間の G a N 層 26 には貫通転位は発生していない。

【0 0 3 3】

次に、図 3 (d) に示すように、S i O₂ 膜 27 を形成し、前記バッファ層 22 と G a N 層 23 が残ってできたライン部間のスペース部の中央に位置する S i O₂ 膜 27 を 3 μ m 程度除去する。

【0 0 3 4】

次に、図3(e)に示すように、成長温度を1050℃にしてGa_{0.9}N層28を20μm程度選択成長させる。この時横方向の成長により、最終的にストライプが合体し、表面が平坦化する。

【0035】

次に、図3(f)に示すように、SiO₂膜29を形成し、残ったSiO₂膜27の中央に位置するSiO₂膜29を幅3μm程度除去し、その上に、成長温度を1050℃にして、Ga_{0.9}N層30を20μm程度選択成長させる。

【0036】

最後に、図3(g)に示すように、上記のように作成したGa_{0.9}N基板の上に、n-Ga_{0.9}N層31を100～200μm程度成長させた後、サファイア基板からGa_{0.9}N層30までを除去し、n-Ga_{0.9}N層41をn型Ga_{0.9}N基板とする。

【0037】

次に、図4に示すように、上記のようにして作製されたn型Ga_{0.9}N基板41上に、n-Ga_{0.9}Nバッファ層42、150ペアのn-Al_{0.14}Ga_{0.86}N(2.5nm)/Ga_{0.9}N(2.5nm)超格子クラッド層43、n-Ga_{0.9}N光導波層44、n-In_{0.02}Ga_{0.98}N(10.5nm)/n-In_{0.15}Ga_{0.85}N(3.5nm)三重量子井戸活性層45、p-Al_{0.2}Ga_{0.8}Nキャリアブロック層46、p-Ga_{0.9}N光導波層47、150ペアのp-Al_{0.14}Ga_{0.86}N(2.5nm)/Ga_{0.9}N(2.5nm)超格子クラッド層48、p-Ga_{0.9}Nコンタクト層49を積層する。ここでは、p型の不純物としてMgを使用する。このMgの活性化のために成長後窒素雰囲気中で熱処理するか、または窒素リッチ雰囲気中で成長を実施するかのいずれかの方法を用いてもよい。

【0038】

次に、ストライプ領域に開口を有するSiO₂膜50を形成し、幅2μmの開口を500μmピッチで設ける。Ni/Auよりなるp側電極51を形成した後、基板を研磨し、基板裏面にTi/Auよりなるn電極52をp側電極に対応する領域に形成する。上記のようにして作製された試料を劈開して形成した共振器面の一方に高反射コートを行い、他方に低反射コートを行い、その後、共振器長400μm、長さ約1cmのバーにへき開して、半導体レーザー13を完成させる。

【0039】

このように作製された窒化物半導体レーザバーの発振帯 λ は400～420 nmであり、出力は30 mWである。また、幅2 μ mの発光点が20個、約500 μ mピッチで形成されており、発光点の並び方向の長さは約1 cmである。そして、p側電極側の面を上にして、凸状に反っており、その発光点変位量は約10 μ mであった。

【0040】

次に、上記のようにして製造されたレーザ素子に、-20℃から80℃まで100サイクル温度を昇降させて行うヒートサイクル処理を行った。なお、このヒートサイクル処理は、半導体レーザバーとヒートシンクとをボンディングする際にロウ材が溶融固化するときに発生するロウ材内部の応力緩和に必要な工程であり、素子の信頼性を確保する上で省略できない工程である。

【0041】

ヒートシンクへの接着後およびヒートサイクル処理後のレーザ素子の発光点変位量について、比較例のレーザ素子と比較した。その結果を図5に示す。なお、比較例の窒化物半導体レーザバーは本発明の窒化物半導体レーザバーと同様に作製されたものであり、発光点を20個有し、発光点の配列方向の長さが約1 cm、発光点変位量も10 μ m程度のものである。ヒートシンク上への固定方法は、本発明と同様である。

【0042】

図5に示すように、本発明のレーザ素子の製造方法によって製造されたレーザ素子においては、発光点変位量は0.2 μ mであるのに対し、従来のレーザ素子の製造方法によって製造されたレーザ素子の発光点変位量は2 μ mであった。本発明による窒化物半導体レーザバーは、ヒートシンクの表面11aの形状と同様の平坦な表面形状を有するコレットを用い、ロウ材として硬度の高いAuSnを用いたため、発光点変位量を小さくすることができたと考えられる。

【0043】

また、ヒートサイクル処理後の発光点変位量は、本発明では0.2 μ mであり、比較例では2.5 μ mであった。比較例は、本発明のレーザ素子で用いている

AuSnより硬度が低いInを用いているため、レーザバーに再び反りが生じたと考えられる。

【0044】

ヒートシンクは、Cuのみからなるものに限らず、Cuを含む合金、例えばCuTeからなるものであってもよい。

【0045】

次に、上記本発明のレーザ素子を備えたレーザモジュールの一実施の形態について説明する。図6に、そのレーザモジュールの概略平面図を示す。

【0046】

本実施の形態によるレーザモジュールは、図6に示すように、20の発光点を有する窒化物半導体レーザバー（長さ1cm）13が、発光点変位量 $0.2\mu\text{m}$ で、Cuからなるヒートシンク11上にAuSnろう材により固定されてなるレーザ素子15と、コリメータレンズアレイ61および1つの集光レンズ62からなる光学系と、1本のマルチモード光ファイバ63とから構成されている。

【0047】

なお、図6においては、図の煩雑化を避けるために、窒化物半導体レーザバーから発せられるレーザ光B1からB20までのうち、B1とB20のみに符号を付し、B2からB19については省略している。

【0048】

窒化物半導体レーザバー13の発光点それぞれから発散光状態で出射したレーザビームB1～B20は、それぞれコリメータレンズアレイ61によって平行光化される。

【0049】

平行光とされたレーザビームB1～B20は、集光レンズ62によって集光され、マルチモード光ファイバ63のコアの入射端面上で収束する。本例ではコリメータレンズアレイ61および集光レンズ62によって集光光学系が構成され、それとマルチモード光ファイバ63とによって合波光学系が構成されている。すなわち、集光レンズ62によって上述のように集光されたレーザビームB1～B20がこのマルチモード光ファイバ63のコアに入射してそこを伝搬し、1本のレーザビームB

に合波されてマルチモード光ファイバ63から出射する。

【0050】

コリメータレンズアレイ61は、20個のコリメータレンズ61aが一行に一体的に固定されてなるものである。各コリメータレンズ61aは、軸対称レンズの光軸を含む一部を細長く切り取った形状とされる。具体的には、各コリメータレンズ61aの開口径は水平方向、垂直方向で各々0.5mm、1.5mmであり、また、各コリメータレンズ61aの各焦点距離 $f_1 = 1.2\text{ mm}$ 、 $NA = 0.6$ 、有効高さは2.5mmである。また、レーザービームの断面形状に合わせて縦横比が例えば3:1とされている。これら20個のコリメータレンズ61aのピッチは、窒化物半導体レーザーバーの発光点ピッチに合わせて500 μm （誤差は0.2 μm 以下）とされている。

【0051】

各発光点から発せられたレーザービームB1～B20は、上述のように細長い形状とされた各コリメータレンズに対して、拡がり角最大の方が開口径大の方と一致し、拡がり角最小の方が開口径小の方と一致する状態で入射することになる。入射するレーザービームB1～B20の水平方向、垂直方向のビーム径は各々0.36mm、1.04mmである。つまり、細長い形状とされた各コリメータレンズ61aは、入射するレーザービームB1からB20の楕円形の断面形状に対応して、非有効部分を極力少なくして使用されることになる。

【0052】

集光レンズ62は、幅が12mm、有効高さが10mm、焦点距離が16.0mm、NAが0.6のランケット型レンズである。20本のレーザービームは集光レンズ62により集光されて、マルチモード光ファイバ63のコア端面に集光スポット径約26 μm で収束する。

【0053】

マルチモード光ファイバ63としては、三菱電線工業株式会社製のグレーデッドインデックス型光ファイバを基本として、コア中心部がグレーデッドインデックスで外周部がステップインデックスである、コア径=50 μm 、 $NA = 0.3$ 、端面コート透過率=99.5%以上のものが用いられている。本例の場合、先に述べ

たコア径×NAの値は $7.5\mu\text{m}$ である。

【0054】

本実施形態においてレーザモジュールを構成する各要素は、上方が開口した箱状のパッケージ内に収容され、このパッケージの上記開口がパッケージ蓋によって閉じられることが望ましい。これにより、各要素表面の光路上に汚染物が付着するのを防止し、経時信頼性の高いモジュールを得ることができる。特に、 $350\sim 450\text{nm}$ の波長帯では、エネルギーが高く集塵効果も高いため、効果的である。

【0055】

本実施の形態の構成においては、レーザビームB1～B20のマルチモード光ファイバへ63の結合効率が90%となる。したがって、窒化物半導体レーザバー13の各発光点からの出力が30mWのときには、出力540mW(=30mW×0.9×20)の合波レーザビームBが得られることになる。

【0056】

ここで、上記のようなレーザモジュールにおいて、1本のレーザビームがファイバ中心からずれた場合のファイバとの結合効率の変化について説明する。図7に、レーザバーから発せられるビームの光ファイバ入射端におけるファイバ中心(半径 $25\mu\text{m}$)からのズレ量とファイバへの結合効率との関係を示す。

【0057】

上記レーザモジュールの光学系の拡大率は、コリメートレンズおよび集光レンズの焦点距離から、 $16\text{mm}/1.2\text{mm}\div 13.3$ 倍である。すなわち、例えば、凸状に反った窒化物半導体レーザバーの発光点変位量が $1\mu\text{m}$ である場合、素子中心の発光点を基準位置とし、基準位置のビームをファイバ中心に調芯すると、最も基準位置からずれた発光点からのビームは、ファイバ中心から $13.3\mu\text{m}$ ずれることになる。 $13.3\mu\text{m}$ ずれると、図7に示すように、結合効率は15%程度低下する。

【0058】

つまり、上記比較例のレーザモジュールにおいては、レーザ素子のヒートサイクル処理後の変位量が $2.5\mu\text{m}$ であるので、例えばレーザバー中心部に位置す

る発光点からのレーザビームを光ファイバ中心に調芯した場合（つまりその発光点からのレーザビームをコリメータレンズの光軸を合わせて調芯した場合）、両端の発光点からのレーザビームは、 $33\text{ }\mu\text{m}$ （ $=2.5\text{ }\mu\text{m}\times 13.4$ ）光ファイバ中心からずれることになる。 $33\text{ }\mu\text{m}$ 程度ずれると、コア径 $50\text{ }\mu\text{m}$ のファイバ（半径 $25\text{ }\mu\text{m}$ ）に結合させることができない。

【0059】

一方、本発明によるレーザモジュールにおいては、レーザ素子のヒートサイクル処理後の発光点変位量が $0.2\text{ }\mu\text{m}$ であるため、このレーザ素子をレーザモジュールに用いた場合、上記比較例と同様に調芯した場合、両端の発光点からのレーザビームは、 $2.6\text{ }\mu\text{m}$ （ $=0.2\text{ }\mu\text{m}\times 13.3$ ）ファイバ中心からずれることになる。 $2.6\text{ }\mu\text{m}$ 程度のずれの場合、図7より、結合効率の低下を5%以内とすることができ高い結合効率を維持できる。

【0060】

次に、本発明の第2の実施形態によるレーザ素子の製造方法について説明する。その製造過程の断面図を図8に示す。

【0061】

図8（a）に示すように、ヒートシンクは、厚さ約 6 mm 、円柱状のCuブロック表面にNi（ $0.1\text{ }\mu\text{m}$ ）、Pt（ $0.2\text{ }\mu\text{m}$ ）およびAu（ $1\text{ }\mu\text{m}$ ）がこの順に蒸着された、ヒートシンク73の弧状の表面73a上に、厚さ $3\text{ }\mu\text{m}$ から $50\text{ }\mu\text{m}$ 程度のAuSnからなるロウ材14を蒸着により形成し、その上に窒化物系半導体レーザバー13を配置する。このレーザバーを、ヒートシンクの曲率と略同等の曲率を有するボンディングコレット71で押しながら、AuSnロウ材14を加熱して熔融した後固化させて、窒化物半導体レーザバー13を固定する。

【0062】

このようにして製造されたレーザ素子は、図8（b）に示すように、発光点がヒートシンクの曲率半径と略同等の曲率半径で一線状に並び、発光点変位量が、 $0.4\text{ }\mu\text{m}$ のものである。また、AuSnロウ材により接着されて固定されているので、強固に接着されたものであり、経時信頼性が高い。

【0063】

なお、ヒートシンクの表面形状が弧状の場合の発光点変位量とは、図 9 に示すように、ヒートシンクの曲率半径 R と、レーザ素子の発光点の並びに対する曲率半径 R_1 との差 $(R_1 - R)$ で示される。

【0064】

次に、上記のように製造されたレーザ素子について説明する。そのレーザ素子の斜視図を図 10 に示す。

【0065】

本実施の形態によるレーザ素子 75 は、図 10 に示すように、半径 7 mm の円柱状のヒートシンク 73 の表面 73 a に、窒化物半導体レーザバー 13 と同様に製造された 20 の発光点を有する 3 つの窒化物半導体レーザバー 13 a、13 b および 13 c が、同間隔で、AuSn ロウ材により接着されてなるものである。

【0066】

次に、上記実施の形態によるレーザ素子を備えたレーザモジュールについて説明する。

【0067】

本実施の形態によるレーザモジュールは、図 11 に示すように、レーザ素子 75 と、3 つのコリメータレンズアレイ コリメータレンズアレイ 81 a、81 b、81 c と、1 つの集光レンズ 82 と、1 本のマルチモード光ファイバ 83 とからなるものである。コリメータレンズと集光レンズとにより、光学系が構成されている。

【0068】

なお、図 11 においては、図の煩雑化を避けるために、窒化物半導体レーザバー 13 a、13 b および 13 c のそれぞれから発せられる 20 本のレーザ光のうち 2 本についてのみに記載して、後の 18 本については省略している。

【0069】

窒化物半導体レーザバー 13 a、13 b および 13 c のそれぞれの発光点から発散光状態で出射した 20 本のレーザビームは、それぞれコリメータレンズアレイ 81 a、81 b および 81 c によって平行光化される。

【0070】

平行光とされたレーザビームは、集光レンズ 82 によって集光され、マルチモー

ド光ファイバ83のコアの入射端面上で収束し、1本のレーザビームBに合波されてマルチモード光ファイバ83から出射する。

【0071】

集光レンズ82は、例えば樹脂あるいは光学ガラスをモールド成形することによって形成される。

【0072】

本発明のレーザモジュールは、発光点がヒートシンクの曲率半径と略同等の曲率半径で一線状に並び、強固に接着され経時信頼性が高いレーザ素子を用いているので、コリメータレンズの光軸の並びをヒートシンクの表面形状と同等にすればよく、光学系の設計を簡便にし、また位置あわせを容易に行うことができるので、製造を容易なものとすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の第1の実施の形態によるレーザ素子の製造方法を示す断面図

【図2】

ヒートシンクの表面が平坦な場合の発光点変位量の定義を説明する図

【図3】

本発明のレーザ素子を構成する窒化物半導体レーザバーのGaN基板の製造過程を示す断面図

【図4】

本発明のレーザ素子を構成する窒化物半導体レーザバーの製造過程を示す断面図

【図5】

本発明のレーザ素子および比較例のレーザ素子のヒートシンクへの実装後およびヒートサイクル処理後の発光点変位量を示すグラフおよび表

【図6】

本発明の第1の実施の形態によるレーザモジュールを示す概略構成図

【図7】

レーザビームの光ファイバ中心からのズレ量と結合効率との関係を示すグラフ

【図 8】

本発明の第 2 の実施の形態によるレーザ素子の製造方法を示す断面図

【図 9】

ヒートシンクの表面が弧状の場合の発光点変位量の定義を示す断面図

【図 10】

本発明の第 2 の実施の形態によるレーザ素子を示す斜視図

【図 11】

本発明の第 2 の実施の形態によるレーザモジュールを示す斜視図

【符号の説明】

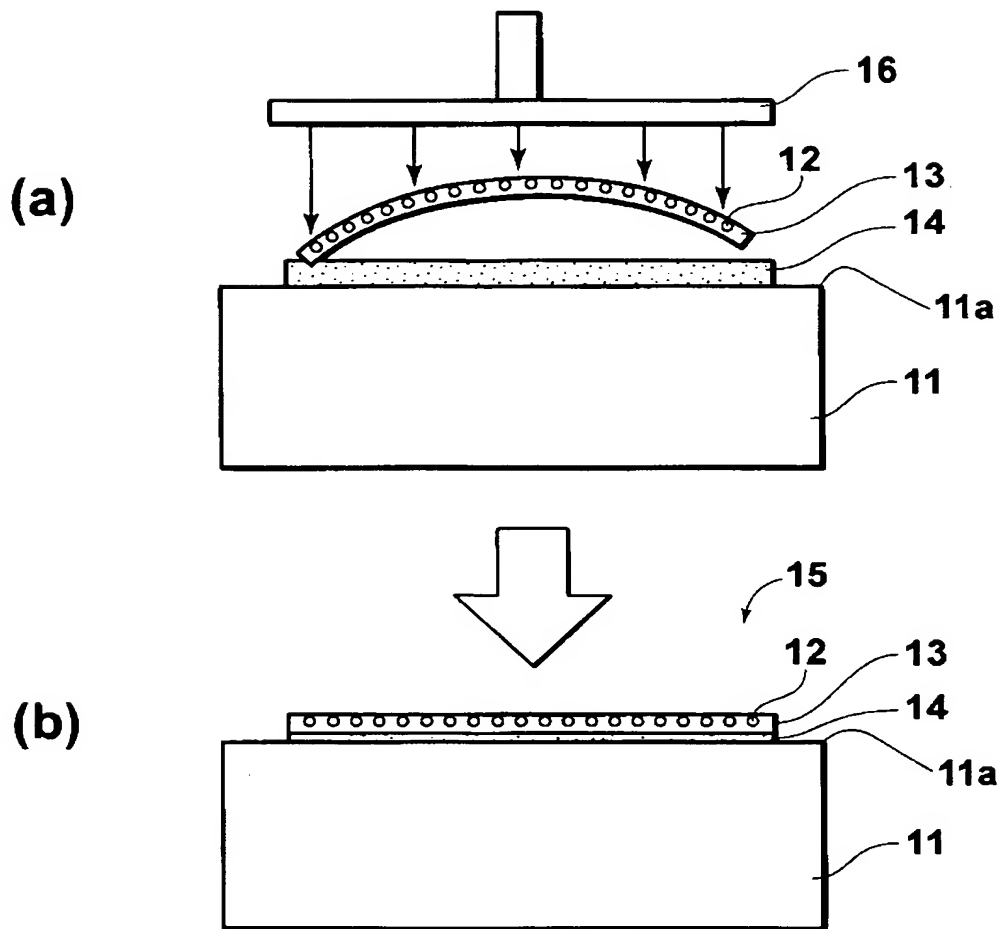
- 11 Cu ヒートシンク
- 12 発光点
- 13 窒化物半導体レーザバー
- 14 ロウ材
- 16 コレット
- 15 レーザ素子
- 21 サファイヤ基板
- 22 GaN バッファ層
- 23 GaN 層
- 24, 27, 29 SiO₂ 膜
- 25 レジスト
- 26, 28 GaN 層
- 30, 31 n-GaN 層
- 41 n 型 GaN 基板
- 42 GaN バッファ層
- 43 AlGaIn/GaN 超格子クラッド層
- 44 GaN 光導波層
- 45 InGaIn/GaN 三重量子井戸活性層
- 46 AlGaIn キャリアブロック層
- 47 GaN 光導波層

- 48 A l G a N超格子クラッド層
- 49 G a Nコンタクト層
- 50 S i O 2膜
- 51 p側電極
- 52 n側電極

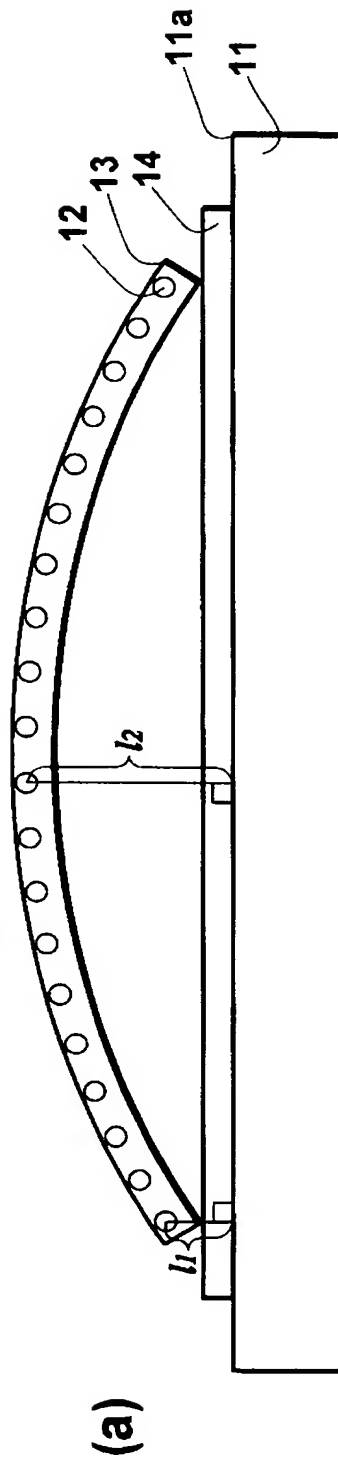
【書類名】

図面

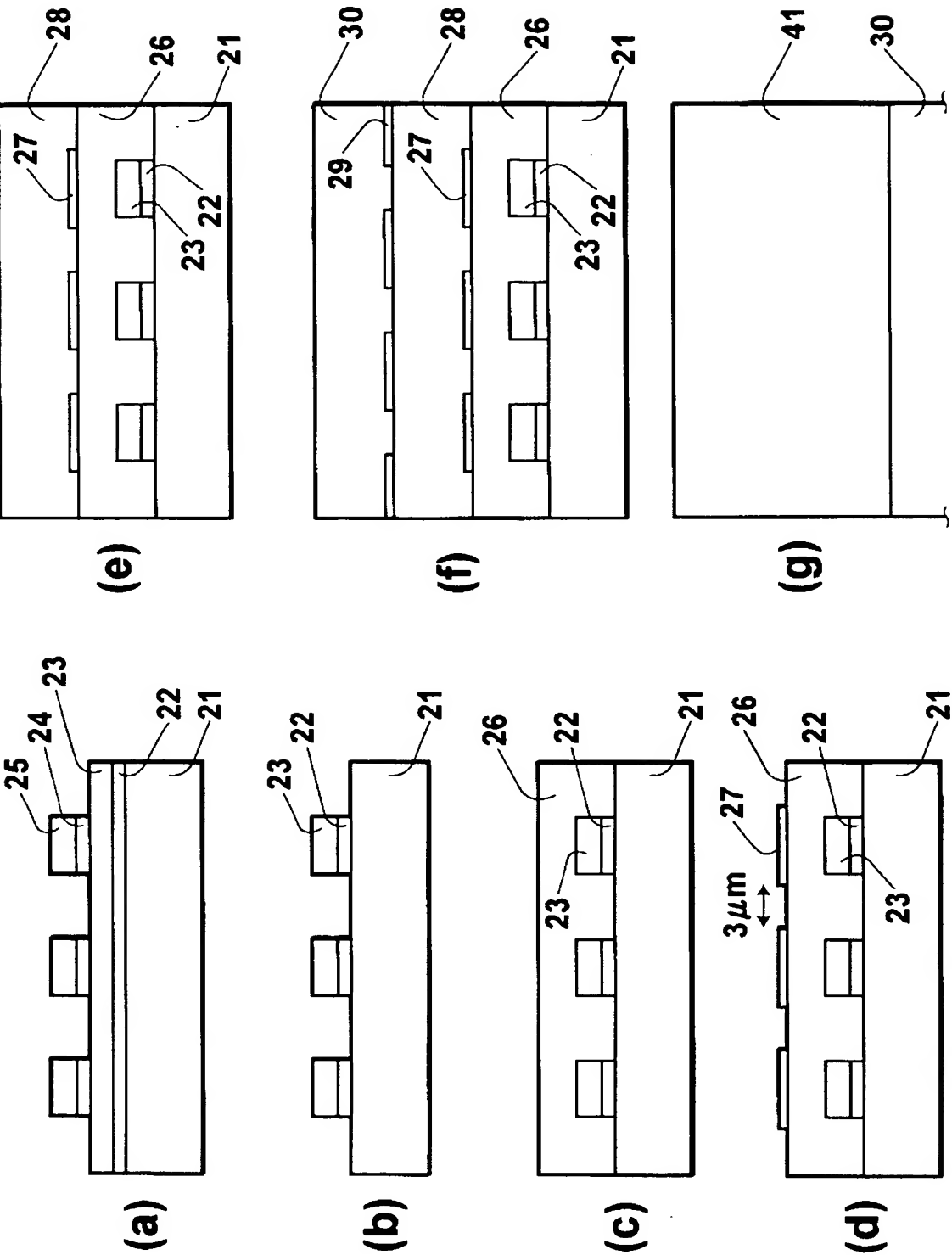
【図 1】



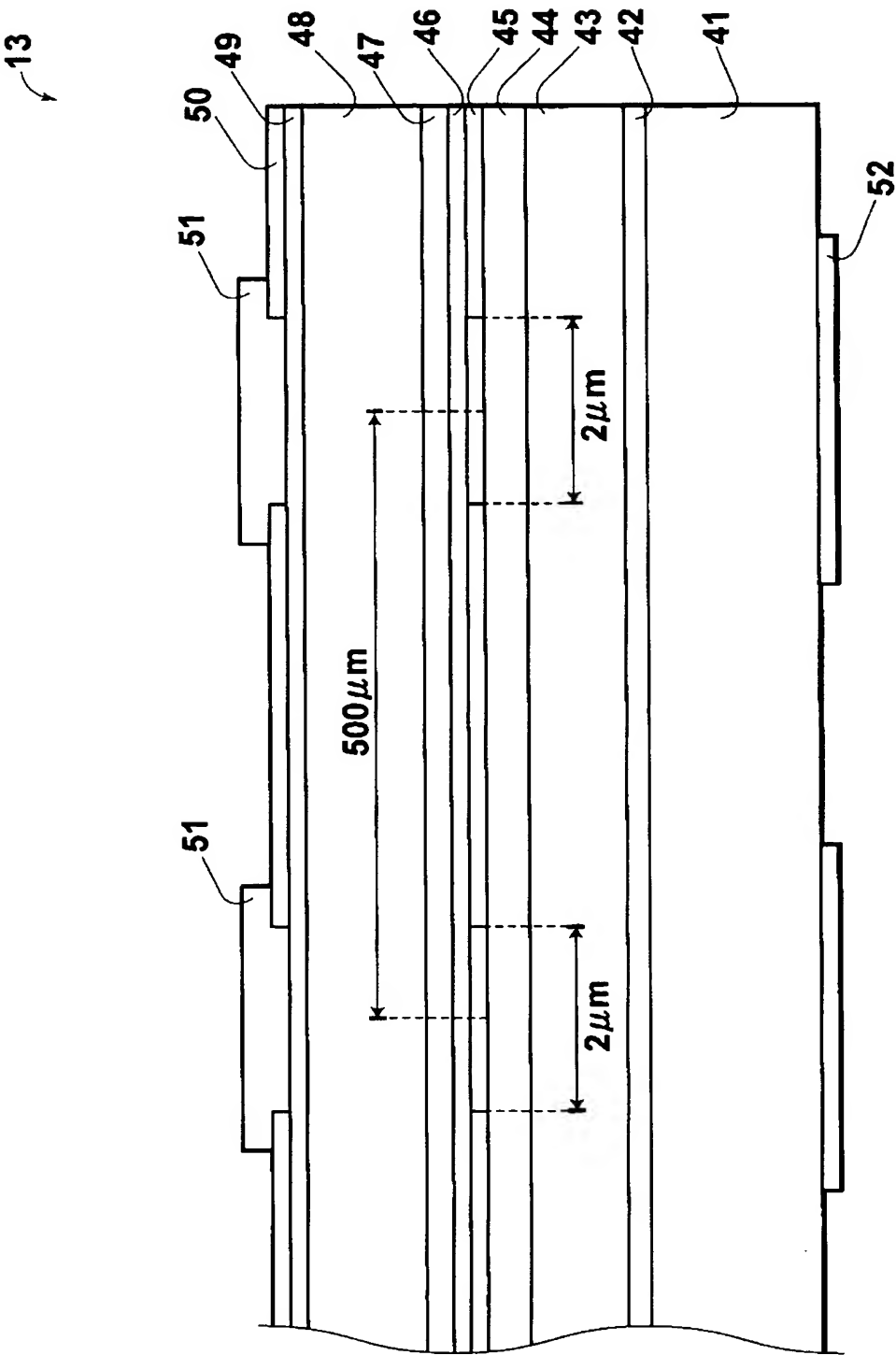
【図 2】



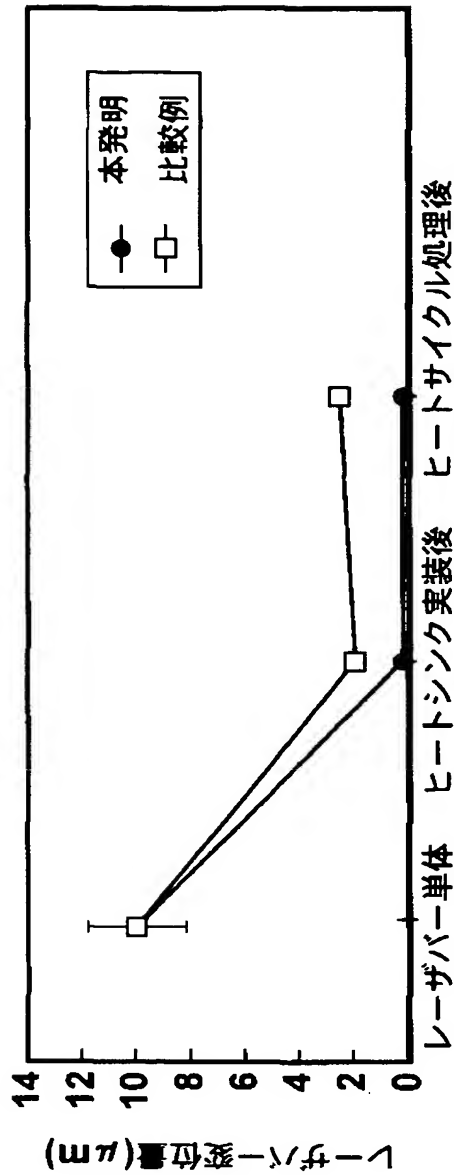
【図 3】



【図 4】

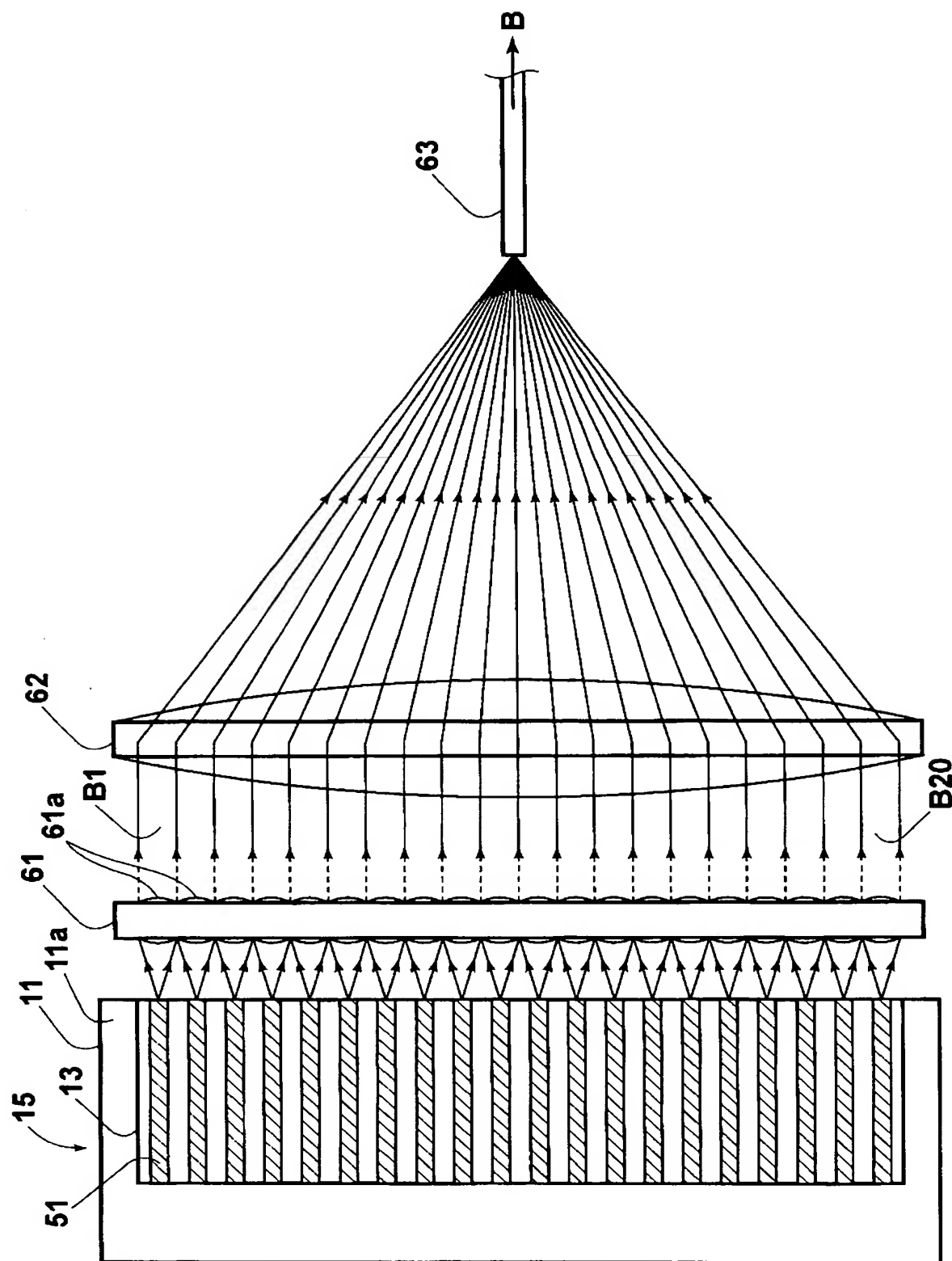


【図 5】

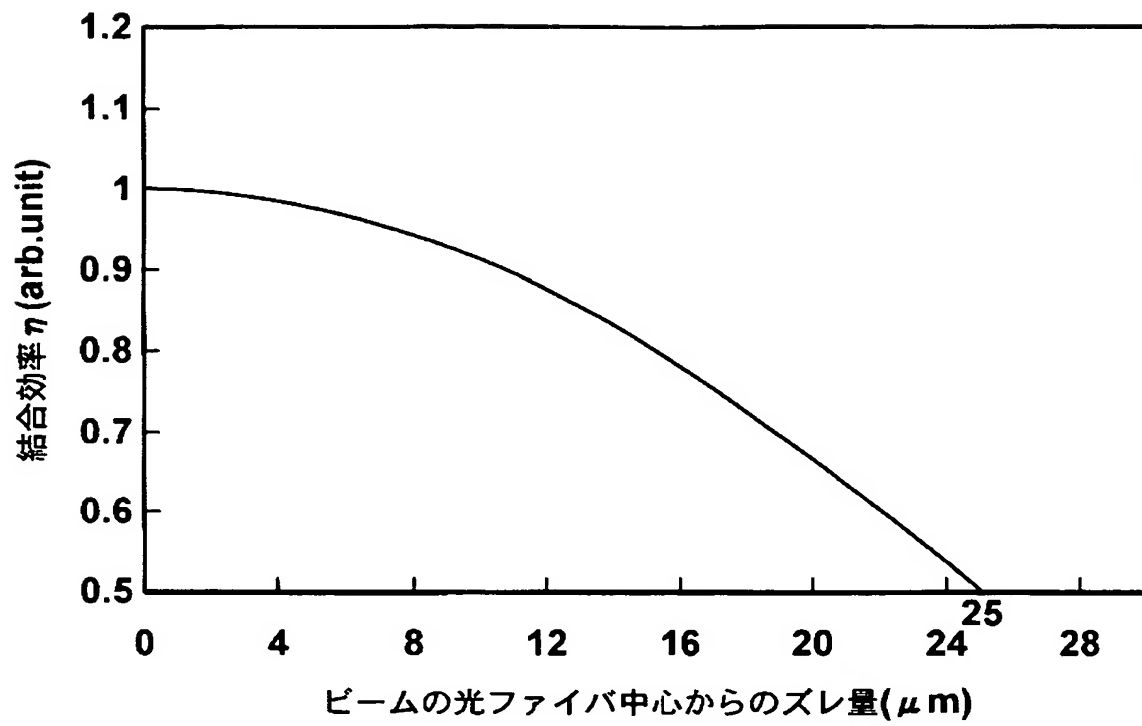


	レーザ単体	ヒートシンク実装後	ヒートサイクル処理後
レーザ単体	10	10	0.2
ヒートシンク実装後	10	2	2.5

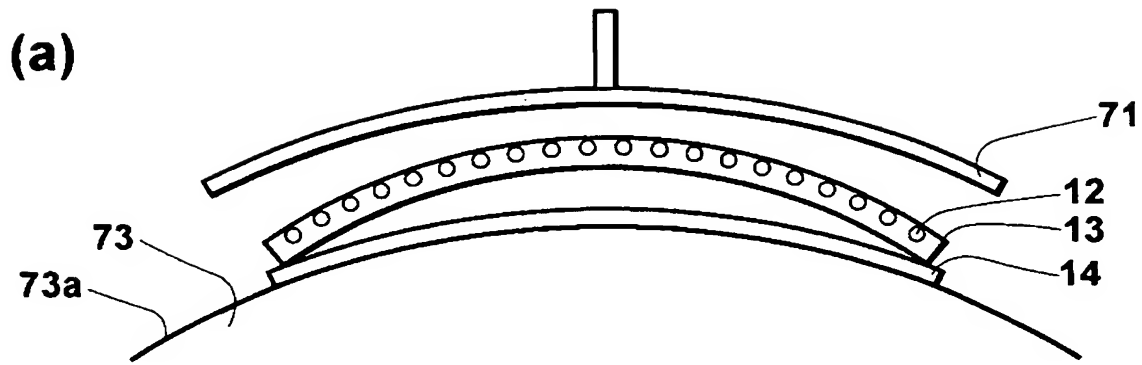
【図 6】



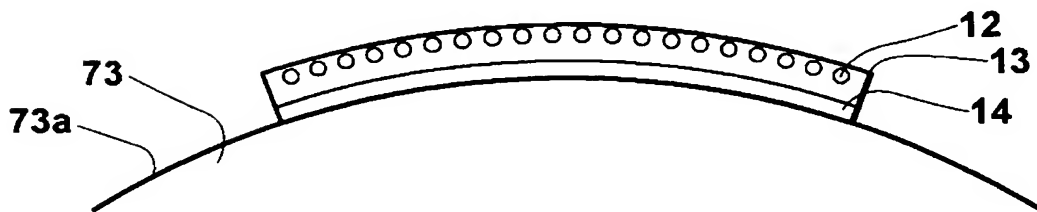
【図 7】



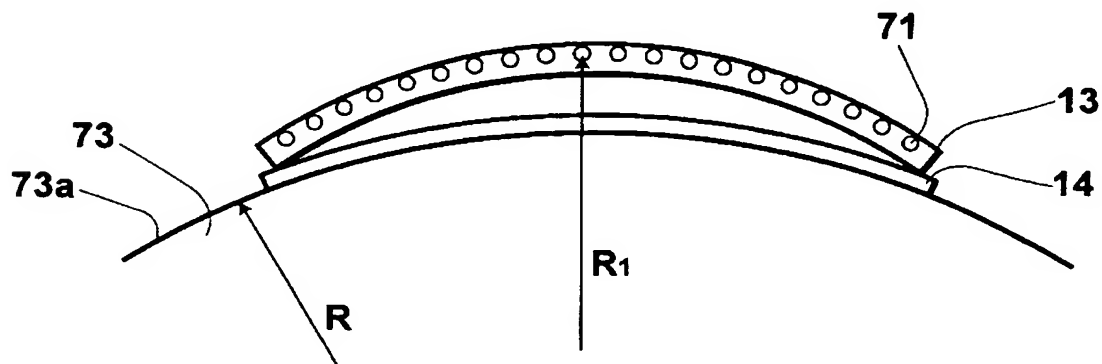
【図 8】



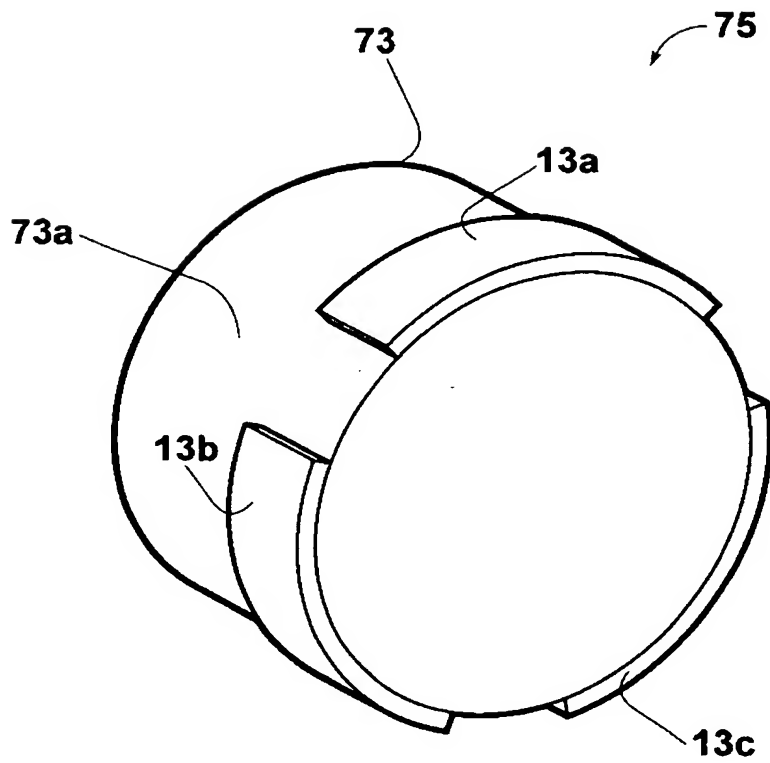
(b)



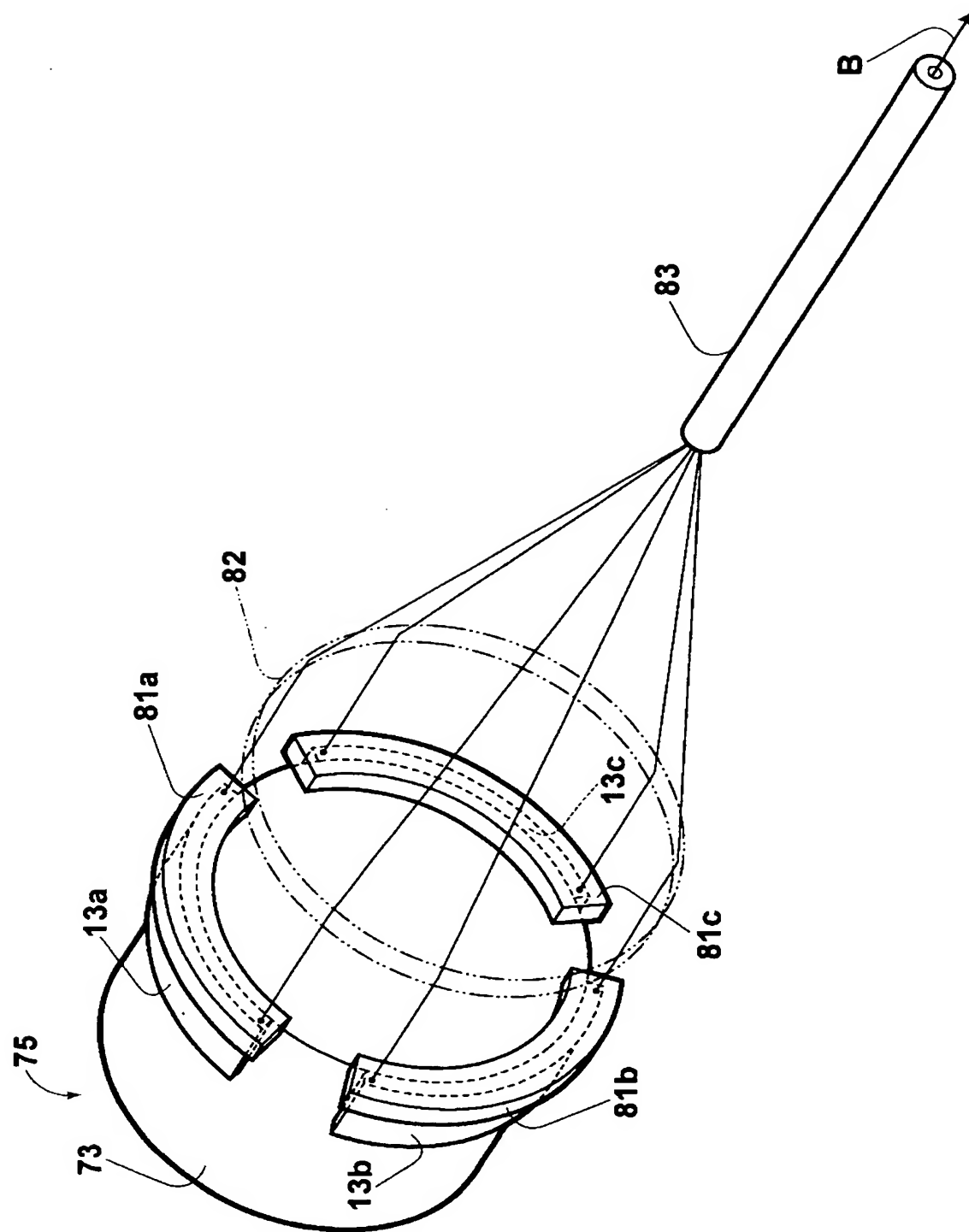
【図 9】



【図 10】



【図 11】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 窒化物半導体レーザバーがC u ヒートシンク上に、強固に固定しているレーザ素子を得る。

【解決手段】 表面にN i (0 . 1 μ m) およびP t (0 . 2 μ m) がこの順に蒸着されたC u からなるヒートシンク11上に、厚さ3 μ m から5 0 μ m 程度のペレット状のA u S n からなるろう材14を配置し、その上に窒化物系半導体レーザバー13を配置する。このレーザバーを、レーザバーと同等の長手方向の長さを有し、平坦なボンディングコレットで押しつけながら、A u S n ろう材14 (A u : S n = 8 0 % : 2 0 % 、融点2 8 0 $^{\circ}$ C) を加熱して溶融した後固化させて、窒化物半導体レーザバーを固定する。

【選択図】 図 1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2003-024001
受付番号	50300158830
書類名	特許願
担当官	第五担当上席 0094
作成日	平成15年 2月 3日

< 認定情報・付加情報 >

【提出日】 平成15年 1月31日

【特許出願人】

【識別番号】 000005201

【住所又は居所】 神奈川県南足柄市中沼 210 番地

【氏名又は名称】 富士写真フイルム株式会社

【代理人】 申請人

【識別番号】 100073184

【住所又は居所】 神奈川県横浜市港北区新横浜 3-18-3 新横浜 K S ビル 7 階

【氏名又は名称】 柳田 征史

【選任した代理人】

【識別番号】 100090468

【住所又は居所】 神奈川県横浜市港北区新横浜 3-18-3 新横浜 K S ビル 7 階

【氏名又は名称】 佐久間 剛

次頁無

特願 2 0 0 3 - 0 2 4 0 0 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 5 2 0 1]

1. 変更年月日
[変更理由]

1 9 9 0 年 8 月 1 4 日
新規登録

住 所
氏 名

神奈川県南足柄市中沼 2 1 0 番地
富士写真フイルム株式会社